

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 7 日
Date of Application:

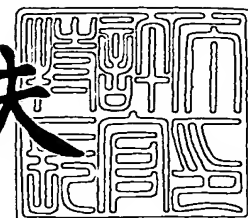
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 3 3 9 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 3 3 9 3]

出 願 人 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
Applicant(s): ヨン

2 0 0 3 年 8 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9030052

【提出日】 平成15年 4月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 7/22

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

 【氏名】 木村 誠聡

【特許出願人】

 【識別番号】 390009531

 【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

 【識別番号】 100086243

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

 【識別番号】 100091568

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

 【識別番号】 100108501

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 上野 剛史

【復代理人】

 【識別番号】 100104156

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 龍華 明裕

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【包括委任状番号】 0207860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記憶装置、制御方法、プログラム、プログラム記録媒体、及びデータ記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置であって、

前記複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、前記データ記録媒体に順次書き込む順次書込部と、

前記順次書込部による一のブロックの書き込みによって、前記一のブロックの前記有効情報が、前記データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出部と、

前記一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれ、かつ前記他のブロックにおける前記有効情報が前記エラー領域以外の部分に書き込まれるように、前記他のブロックが書き込まれる前記データ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更部と、

前記データ記録媒体における、前記エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、前記一のブロックを書き込むエラー回避書込部と

を備える記憶装置。

【請求項 2】 前記エラー検出部は、前記一のブロックの書き込みによって、前記一のブロックの前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれたことを検出し、

前記書込領域変更部は、前記書込エラーを検出した場合に、前記一のブロック以前に書き込んだ前記他のブロックを、前記順次書込部が書き込んだ書込領域と異なる領域に書き直すことにより、前記他のブロックの書込領域を変更する

請求項 1 記載の記憶装置。

【請求項 3】 前記書込領域変更部は、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに代えて、当該他のブロックのデータを含み、かつ当該他のブロックと比較してよりサイズが大きいブロックを前記他のブロックとして書き込

むことにより、前記他のブロックの書込領域を変更する

請求項 2 記載の記憶装置。

【請求項 4】 前記書込領域変更部は、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに含まれるデータのうち少なくとも一部を重複して書き込むことにより、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックと比較してよりサイズが大きいブロックを前記データ記録媒体に書き込む

請求項 3 記載の記憶装置。

【請求項 5】 前記書込領域変更部は、更に、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに含まれるデータを、前記データ記録媒体から読み出し、変更した書込領域に書き直す

請求項 2 記載の記憶装置。

【請求項 6】 前記順次書込部により、前記一のブロックの前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれた場合に、前記データ記録媒体における前記一のブロックを書き込み始める位置を変更して前記一のブロックを再び前記データ記録媒体に書き込む再書込部を更に備え、

前記エラー検出部は、前記再書込部が前記一のブロックを書き込み始める位置を変更した場合において前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれた場合に、前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれる旨を検出する

請求項 2 記載の記憶装置。

【請求項 7】 前記エラー検出部は、前記他のブロックの次に連続して記録される前記一のブロックの前記有効情報が、前記エラー領域に書き込まれることを検出し、

前記書込領域変更部は、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに代えて、当該他のブロックのデータを含み、かつ当該他のブロックと比較してよりサイズが大きいブロックを前記他のブロックとして書き込むことにより、前記他のブロックの書込領域を変更する

請求項 1 記載の記憶装置。

【請求項 8】 前記有効情報は、前記複数のブロックのそれぞれにおいて、当該ブロックの先頭から予め定められた長さの記憶領域に書き込まれ、

前記エラー検出部は、前記一のブロックの先頭から前記予め定められた長さの間の書き込みにおいて、前記書込エラーが生じる場合に、前記一のブロックの前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれる旨を検出し、

前記書込領域変更部は、前記他のブロックの先頭から前記予め定められた長さの部分が前記エラー領域に書き込まれず、かつ前記他のブロックにおける前記予め定められた長さ以降の部分が前記エラー領域に書き込まれるように、前記他のブロックの書込領域を変更する

請求項 1 記載の記憶装置。

【請求項 9】 前記エラー検出部は、前記他のブロックの次に連続して記録される前記一のブロックの前記有効情報が、前記エラー領域に書き込まれることを検出し、

前記書込領域変更部は、前記順次書込部により前記他のブロックが書き込まれる領域に、前記他のブロックの一部であるブロック片を書き込み、前記ブロック片の次に連続して前記他のブロックを書き込むことにより、前記他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれるように、前記他のブロックの書込領域を変更する、

請求項 1 記載の記憶装置。

【請求項 1 0】 前記複数のブロックのそれぞれは、既に書き込まれていたデータに対する、新たに書き込むデータの新鮮さを示すデータ新規度情報を更に含み、

前記書込領域変更部は、前記書込領域変更部により書き込まれる前記ブロック片より高いデータ新規度情報を、前記エラー領域より後に書き込む前記他のブロックに対応付けて書き込む

請求項 9 記載の記憶装置。

【請求項 1 1】 データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置を、コンピュータにより制御する制御方法であって、

前記複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、前記データ記録媒体に順次書き

込む順次書込段階と、

前記順次書込段階による一のブロックの書き込みによって、前記一のブロックの前記有効情報が、前記データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出段階と、

前記一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれ、かつ前記他のブロックにおける前記有効情報が前記エラー領域以外の部分に書き込まれるように、前記他のブロックが書き込まれる前記データ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更段階と、

前記データ記録媒体における、前記エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、前記一のブロックを書き込むエラー回避書込段階と

を備える制御方法。

【請求項 12】 データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置として、コンピュータを機能させるプログラムであって、

前記コンピュータを、

前記複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、前記データ記録媒体に順次書き込む順次書込部と、

前記順次書込部による一のブロックの書き込みによって、前記一のブロックの前記有効情報が、前記データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出部と、

前記一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれ、かつ前記他のブロックにおける前記有効情報が前記エラー領域以外の部分に書き込まれるように、前記他のブロックが書き込まれる前記データ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更部と、

前記データ記録媒体における、前記エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、前記一のブロックを書き込むエラー回避書込部と

して機能させるプログラム。

【請求項 13】 請求項 12 に記載のプログラムを記録したプログラム記録

媒体。

【請求項 14】 データを複数のブロックとして順次記録したデータ記録媒体であって、

前記複数のブロックのそれぞれは、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報を含み、

書き込みにエラーが生じた後にデータが書き直されたことを示すデータ書き直し情報を記録している第 1 データセパレータ領域と、

前記第 1 データセパレータ領域に連続し、当該データ記録媒体に対する書込エラーを生じさせるエラー領域を含む領域であり、当該データ記録媒体に書き込まれるべき予め定められた第 1 のブロックの一部を、当該第 1 のブロックの一部が無効である旨を示す有効情報に対応付けて、前記エラー領域以外の部分に記録している第 1 データ領域と、

前記第 1 データ領域に連続して設けられ、前記データ書き直し情報を記録している第 2 データセパレータ領域と、

前記第 2 データセパレータ領域に連続して設けられ、前記第 1 のブロックを、前記第 1 のブロックが有効である旨を示す有効情報に対応付けて記録している第 2 データ領域と

を備えるデータ記録媒体。

【請求項 15】 前記第 1 データ領域は、前記第 1 のブロックの次に書き込まれるべき第 2 のブロックの前記有効情報が、前記エラー領域に書き込まれた場合において、前記第 1 のブロックの前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれるように前記第 1 のブロックが書き込まれる書込領域を変更した結果書き込まれたデータを記録しており、

前記第 2 データ領域は、前記第 1 のブロックの書込領域が変更された結果生じた書込エラーにより、再度書き込まれた前記第 1 のブロックを記録している

請求項 14 記載のデータ記録媒体。

【請求項 16】 前記第 1 データ領域は、前記第 1 のブロックとして書き込まれるべきデータのうち少なくとも一部を重複させたデータを記録している

請求項 14 記載のデータ記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、記憶装置、制御方法、プログラム、プログラム記録媒体、及びデータ記録媒体に関する。特に本発明は、データの書き込みにおいて生じたエラーを回避する記憶装置、制御方法、プログラム、プログラム記録媒体、及びデータ記録媒体に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、LTO (Linear Tape Open) 規格のテープドライブ装置は、テープ記録媒体上に書込エラーが生じた場合に、当該書込エラーが生じたテープ記録媒体上のエラー領域を飛ばして、当該エラー領域より先に、エラーが生じたブロックを書き直すことができる（非特許文献1参照。）。この場合、上記装置は、書込エラーが生じたブロックからデータを読み出すことにより、当該ブロックが無効であると判断することができる。

【0003】**【非特許文献1】**

「LTO規格」、ヒューレットパカードコーポレーション、インターナショナル・ビジネスマシーンズ・コーポレーション、及びシーゲートテクノロジーズコーポレーション著、URL: <http://www.lto-technology.com/>、平成15年4月9日検索

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、ブロックが有効であるか否かを示す情報を書き込むより前に、書込エラーが生じた場合、例えば、ブロックが有効であるか否かを判断するために必要な予め定められた長さ分の情報を書き込む前に書込エラーが生じた場合には、上記装置は、書き込んだブロックが有効であるか否かを適切に記録することができない。この場合、テープ記録媒体におけるエラー領域以降の部分が使用不能となってしまう場合があった。

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる記憶装置、制御方法、プログラム、プログラム記録媒体、及びデータ記録媒体を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置であって、複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、データ記録媒体に順次書き込む順次書込部と、順次書込部による一のブロックの書き込みによって、一のブロックの有効情報が、データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出部と、一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける有効情報以外の部分がエラー領域に書き込まれ、かつ他のブロックにおける有効情報がエラー領域以外の部分に書き込まれるように、他のブロックが書き込まれるデータ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更部と、データ記録媒体における、エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、一のブロックを書き込むエラー回避書込部とを備える記憶装置、記憶装置を制御する制御方法、プログラム、当該プログラムを記録したプログラム記録媒体、当該記憶装置により生成されたデータ記録媒体を提供する。

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0006】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

図1は、テープ記憶装置10の機能ブロック図を示す。テープ記憶装置10は、本発明に係る記憶装置の一例であるテープドライブ装置であり、例えば、LT

○規格に準拠した装置である。テープ記憶装置 1 0 は、データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体の一例であるテープ記録媒体 5 0 に逐次的（シーケンシャル）に順次書き込む。この際、テープ記憶装置 1 0 は、書込エラーが生じた場合であっても、書込エラーが生じた一のブロック以前に書き込まれた他のブロックについて、当該他のブロックの書込領域を変更することにより、書込エラーを適切に回避し、ブロックの書き込みを継続することができる。

【 0 0 0 7 】

テープ記憶装置 1 0 は、順次書込部 1 0 0 と、再書込部 1 1 0 と、エラー検出部 1 2 0 と、書込領域変更部 1 3 0 と、エラー回避書込部 1 4 0 とを備える。順次書込部 1 0 0 は、テープ記録媒体 5 0 に書き込むべき複数のブロックのそれぞれを、外部のネットワーク等から取得し、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータである旨を示す有効情報に対応付けて、テープ記録媒体 5 0 に順次書き込む。また、順次書込部 1 0 0 は、再書込部 1 1 0、書込領域変更部 1 3 0、エラー回避書込部 1 4 0 からの指示に応じて、ブロックを書き直す処理を行う。そして、テープ記憶装置 1 0 は、ブロックの書き込みの結果を示す結果情報、例えば、書き込みにエラーが生じたか否かを示すエラー情報を、再書込部 1 1 0 及び書込領域変更部 1 3 0 に送る。

【 0 0 0 8 】

再書込部 1 1 0 は、順次書込部 1 0 0 から受け取ったエラー情報に基づき、一のブロックの有効情報がテープ記録媒体 5 0 において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれたと判断した場合に、当該一のブロックを再び順次書込部 1 0 0 により書き込ませる（例えば、L T O 規格における Append Write 処理）。この際、再書込部 1 1 0 は、データが書き直されたことを示すデータ書き直し情報の一例である拡張データセットセパレータ（E D S S）を書き込んでよい。この結果、再書込部 1 1 0 は、E D S S を、当該一のブロックを書き込み始める位置に挿入することにより、当該一のブロックを書き込み始める位置を変更して、当該一のブロックを再び順次書込部 1 0 0 により書き込ませてもよい。そして、再書込部 1 1 0 は、順次書込部 1 0 0 から受け取ったエラー情報に基

づき、一のブロックの有効情報がエラー領域に再び書き込まれたと判断した場合に、その旨をエラー検出部 1 2 0 に通知する。

【 0 0 0 9 】

エラー検出部 1 2 0 は、この通知を受けて、当該一のブロックの書き込みによって、当該一のブロックの有効情報がエラー領域に書き込まれた旨を検出し、その旨を書込領域変更部 1 3 0 に通知する。この通知を受けて、書込領域変更部 1 3 0 は、当該一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける有効情報以外の部分がエラー領域に書き込まれ、当該他のブロックにおける有効情報がエラー領域以外の部分に書き込まれるように、当該他のブロックが書き込まれるテープ記録媒体 5 0 上の書込領域を変更する。例えば、書込領域変更部 1 3 0 は、順次書込部 1 0 0 に指示し、当該他のブロックを、順次書込部 1 0 0 が書き込んだ書込領域と異なる領域に書き直すことにより、書込領域を変更する。

【 0 0 1 0 】

書込領域変更部 1 3 0 は、更に、エラー領域以降の部分に、当該他のデータを書き込む。この結果、書込領域変更部 1 3 0 は、書き込み位置を変更した他のブロックが無効であることを正しく記録できると共に、更に書き込んだ他のブロックを、エラー領域以降以降に書き込むことができる。そして、書込領域変更部 1 3 0 は、順次書込部 1 0 0 から受け取った結果情報に基づき、他のブロックの書き込みが完了した場合に、その旨をエラー回避書込部 1 4 0 に通知する。エラー回避書込部 1 4 0 は、この通知を受けて、テープ記録媒体 5 0 における、エラー領域より後に書き込まれる書き込み領域に、一のブロックを書き込み直す。

【 0 0 1 1 】

このように、テープ記憶装置 1 0 は、一のブロックの有効情報をエラー領域に書き込んだ場合に、当該一のブロックが有効であるか否かを区別させることができなくなってしまう。従って、テープ記憶装置 1 0 は、一のブロック以前に書きこんだ他のブロックの書込領域を変更することにより、他のブロックの有効情報以外の部分をエラー領域に書き込み、続いて一のブロックを書き込み直すことにより、書き込んだ各ブロックが有効であるか否かを適切に記録することができる。

。

【0012】

図2は、テープ記憶装置10のフローチャートを示す。順次書込部100は、複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、テープ記録媒体50に順次書き込む（S200）。順次書込部100は、書込エラーが発生していない場合には（S210：NO）、S200を繰り返すことにより、ブロックの書き込みを継続する。書込エラーが発生した場合に（S210：YES）、再書込部110は、書込エラーが発生した当該一のブロックを再びテープ記録媒体50に書き込む（S220）。これにより、一のブロックの書き込みに書込エラーが発生しなかった場合に（S230：NO）、テープ記憶装置10は、S200に処理を戻し、ブロックの書き込みを継続する。

【0013】

一方、エラー検出部120は、再書込部110が一のブロックを再びテープ記録媒体50に書き込んだ場合において、有効情報が再びエラー領域に書き込まれた場合に（S230：YES）、有効情報がエラー領域に書き込まれた旨を検出する。これを受けて、書込領域変更部130は、一のブロック以前に書き込んだ他のブロックにおける有効情報以外の部分がエラー領域に書き込まれ、かつ当該他のブロックにおける有効情報がエラー領域以外の部分に書き込まれるように、当該他のブロックが書き込まれるテープ記録媒体50上の書込領域を変更する（S240）。

【0014】

そして、書込領域変更部130は、エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、当該他のブロックを再度書き込み（S250）、続いて、エラー回避書込部140は、テープ記録媒体50における、一のブロックを書き込む（S260）。そして、テープ記憶装置10は、S200に処理を戻し、ブロックの書き込みを継続する。

【0015】

本図において、再書込部110は、書込エラーが発生した一のブロックを書き込み始める位置を変更して一のブロックを再びテープ記録媒体50に書き込む（

例えば、S 2 2 0)。これに代えて、再書込部 1 1 0 は、一のブロックを書き込み始める位置を、更にもう一度変更してもよい。即ち、再書込部 1 1 0 により書込みが試行される回数は 1 回に限定されず、予め定められた複数回であってもよい。

また、エラー検出部 1 2 0 は、順次書込部 1 0 0 により一旦書き込まれた一のブロックにおいて、書込エラーを検出するが、書込みエラーを検出するタイミングは、本例に限定されない。例えば、エラー検出部 1 2 0 は、一のブロックを書き込むより前に、一のブロックの有効情報を書き込む領域が、エラー領域であるか否かを判断してもよい。

【0016】

図 3 は、図 2 の S 2 4 0 におけるフローチャートを示す。書込領域変更部 1 3 0 は、書込エラーが生じた一のブロック以前に書き込まれた他のブロックを読み出す (S 3 0 0)。そして、書込領域変更部 1 3 0 は、他のブロックの少なくとも一部を多重化する (S 3 1 0)。そして、書込領域変更部 1 3 0 は、多重化した当該他のブロックをテープ記録媒体 5 0 に書き込むことにより、再書込部 1 1 0 により書き込まれていた他のブロックの少なくとも一部を重複してテープ記録媒体 5 0 に書き込む (S 3 2 0)。

【0017】

このように、書込領域変更部 1 3 0 は、順次書込部 1 0 0 により書き込まれた他のブロックに代えて、当該他のブロックのデータを含み、かつ当該他のブロックと比較してよりサイズが大きいブロックを当該他のブロックとして書き込む。これにより、書込領域変更部 1 3 0 は、当該他のブロックの書込領域を、一のブロックが書き込まれていた領域にまで延伸させ、当該他のブロックの有効情報以外の部分を、エラー領域に書き込むことができる。この結果、テープ記録媒体 1 0 は、当該他のブロックが無効である旨を正しく記録できると共に、当該他のブロック以降に書き込むブロックを、エラー領域以降の部分に適切に書き込むことができる。即ち、テープ記憶装置 1 0 は、一のブロック及び他のブロックの双方において、有効情報をテープ記録媒体 5 0 に適切に記録することができる。

【0018】

図4 (a) は、テープ記憶装置10により書込エラーが生じた例を示す。順次書込部100は、ブロックN-2と、ブロックN-1と、本発明に係る他のブロックの一例であるブロックNと、ブロックNの次に連続して記録され、本発明に係る一のブロックの一例であるブロックN+1とを順次テープ記録媒体50に書き込む。そして、再書込部110は、順次書込部100によるブロックN+1の書き込みにおいて、ブロックN+1の有効情報が、テープ記録媒体50において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれた旨を検出する。

【0019】

なお、ブロックN+1は、ブロックNの次に連続して記録されるが、連続とは、物理的にテープ記録媒体50上で連続していてもよいし、予め定められた方法により読み取られる場合に、連続して読み出される状態であってもよい。例えば、ブロックN+1は、ブロックNと、ブロックの境界を示すデータセットセパレータ(DSS)とに連続して、テープ記録媒体50上に記録されていてもよい。

【0020】

図4 (b) は、テープ記憶装置10によりブロックN+1の書込位置が変更された場合において、再度書込エラーが生じた例を示す。再書込部110は、図4 (a) に示した書込エラーが生じた場合に、テープ記録媒体50に対してブロックN+1を再び書き込む。この際、本図で示すように、例えば、再書込部110は、ブロックの書き込みにエラーが生じた後にデータが書き直されたことを示すデータ書き直し情報の一例である拡張データセットセパレータ(EDSS)を書き込むことにより、ブロックN+1を書き込み始める位置を変更してもよい。エラー検出部120は、再書込部110がブロックN+1を書き込み始める位置を変更した場合においても、ブロックN+1の有効情報が再びエラー領域に書き込まれた場合に、その旨を書込領域変更部130に通知し、ブロックNの書込領域を変更させる。

【0021】

ここで、例えば、有効情報は、複数のブロックのそれぞれにおいて、当該ブロックの先頭から予め定められた長さの記憶領域、一例としては、先頭から略6CQ(Code Quad)の記憶領域に書き込まれる情報である。この場合、再

書込部 110 及びエラー検出部 120 のそれぞれは、ブロック N+1 の先頭から予め定められた長さの間の書き込みにおいて、書込エラーが生じたので、ブロック N+1 の有効情報がエラー領域に書き込まれたと判断する。例えば、有効情報は、各ブロックに記録されるべきデータのサイズを示す情報であってもよい。この場合、テープ記録媒体 50 からデータを読み出す装置は、各ブロックに記録されるべきデータのサイズと、実際のブロックのサイズが異なるか否かを判断することにより、ブロックが有効であるか否かを判断してもよい。

また、他の例としては、テープ記憶装置 10 は、各ブロックの先頭から予め定められた長さのデータを読み出し、読み出した当該予め定められた長さのデータの内容を総合的に分析することにより、読み出した当該ブロックが有効か否かを判断してもよい。このように、有効情報とは、各ブロックが有効であるか否かを、テープ記憶装置 10 に判断させることができる情報であればよく、各ブロックが有効か否かを明示的に記録したデータでなくともよい。

【0022】

図 4 (c) は、テープ記憶装置 10 により書込領域が変更された例を示す。書込領域変更部 130 は、再書込部 110 により書き込まれたブロック N に代えて、データ書き直し情報の一例である E D S S をテープ記録媒体 50 に書き込む。そして、書込領域変更部 130 は、再書込部 110 により書き込まれたブロック N に代えて、ブロック N のデータを含み、かつブロック N と比較してよりサイズが大きいブロック N' を、E D S S の次に連続した部分に書き込むことにより、ブロック N の書込領域を変更する。これにより、書込領域変更部 130 は、ブロック N' における有効情報以外の部分がエラー領域に書き込まれ、かつブロック N' における有効情報がエラー領域以外の部分に書き込まれるように、ブロック N の書込領域を変更することができる。続いて、書込領域変更部 130 は、ブロック N を書き直す旨を示す E D S S をテープ記録媒体 50 に書き込んだ後に、ブロック N' を再度書き込み、エラー回避書込部 140 は、順次書込部 100 により書込エラーが生じていたブロック N+1 を書き込む。

【0023】

この結果、テープ記録媒体 50 は、データ書き直し情報の一例である E D S S

を記録している第1データセパレータ領域と、第1データセパレータ領域に連続し、エラー領域を含む領域である第1データ領域と、第1データ領域に連続して設けられ、データ書き直し情報の一例であるEDSSを記録している第2データセパレータ領域と、第2データセパレータ領域に連続して設けられ、ブロックN'を、当該ブロックN'が有効である旨を示す有効情報に対応付けて記録している第2データ領域とを備える。そして、第1データ領域は、テープ記録媒体50に書き込まれるべき予め定められたブロックN'の一部を、当該ブロックN'の一部が無効である旨を示す有効情報に対応付けて、エラー領域以外の部分に記録している。

【0024】

図5(a)は、ブロックNの詳細を示す。図5(b)は、ブロックN'の詳細を示す。順次書込部100は、ブロックNとして、例えば、第1データから第64データを一つずつテープ記録媒体50に書き込む。これに対し、書込領域変更部130は、ブロックNに含まれるデータのうち少なくとも一部を重複して書き込むことによりブロックNと比較してよりサイズの大きいブロックN'を書き込む。本図の例においては、例えば、書込領域変更部130は、ブロックNに含まれる各データを重複して2つずつ書き込むことにより、ブロックNの書込領域を変更する。この結果、第1データ領域は、ブロックNとして書き込まれるべきデータのうち少なくとも一部を重複させたデータであるブロックN'を記録している。

【0025】

図6は、変形例におけるS240のフローチャートを示す。本変形例に係るテープ記憶装置10の各部材は、図1から図5で説明したテープ記憶装置10の各部材と略同一である。ただし、本変形例に係るテープ記憶装置10は、図1から図5で説明したテープ記憶装置10と比較して、S240における動作が異なるので、相違点を説明する。書込領域変更部130は、再書込部110により書き込まれた他のブロックに含まれるデータをテープ記録媒体50から読み出す(S600)。そして、書込領域変更部130は、再書込部110により他のブロックが書き込まれる領域に、他のブロックの一部であるブロック片を書き込む(S

610)。続いて、書込領域変更部130は、他のブロックを再度書き込む(S620)。これにより、書込領域変更部130は、S620において再度書き込んだ他のブロックにおける、有効情報以外の部分がエラー領域に書き込まれるように、書込領域を変更することができる。

【0026】

図7(a)は、変形例に係るテープ記憶装置10により書込エラーが生じた例を示す。図7(b)は、変形例に係るテープ記憶装置10によりブロックN+1の書込位置が変更された場合において、再度書込エラーが生じた例を示す。図7(c)は、変形例に係るテープ記憶装置10により書込領域が変更された例を示す。図7(a)及び図7(b)のそれぞれは、図4(a)及び図4(b)のそれぞれと略同一であるので、説明を省略する。

【0027】

書込領域変更部130は、再書込部110によりブロックNが書き込まれていた領域に、ブロックNの一部であるブロック片を、EDSSと共に書き込む。そして、書込領域変更部130は、ブロックNを再度書き込む。これにより、書込領域変更部130は、再度書き込んだ当該ブロックNにおける、有効情報以外の部分がエラー領域に書き込まれるように、ブロックNの書込領域を変更することができる。

【0028】

続いて、書込領域変更部130は、エラー領域以降の部分に、ブロックNを再度書き込み、エラー回避書込部140は、図7(a)において書込エラーが生じていたブロックN+1を書き込む。なお、複数のブロックのそれぞれは、既に書き込まれていたデータに対する新たに書き込むデータの新鮮さを示すデータ新規度情報(一例としては、LTO規格におけるWP:WritePass情報)を含んでいる。そして、好ましくは、エラー検出部120は、テープ記録媒体50に書き込むブロック片より高いデータ新規度を、エラー領域より後に書き込むブロックNに対応付けて書き込む。これにより、テープ記憶装置10は、エラー領域より後のブロックNに含まれるデータが、ブロック片に含まれるデータより新たなデータである旨を記録することができる。

【0029】

このように、本変形例によると、テープ記憶装置10は、複数のブロックのそれぞれにおいて、当該ブロックが有効であるか否かを示す有効情報を適切に記録することができる。また、本変形例によれば、テープ記録媒体50に定められた規格により、ブロック中のデータを重複して書き込むことが許可されていない場合であっても、書込エラーを回避して、ブロックの書き込みを継続することができる。

【0030】

なお、本例において、ブロック片とは、ブロックNの少なくとも一部のデータを含むブロックである。これに代えて、ブロック片とは、ブロックNとは関連性のないデータであってもよい。即ち、ブロック片とは、ブロックNを書き込むのに先だってテープ記録媒体50に書き込まれることにより、ブロックNの有効情報以外の部分をエラー領域に書き込ませるための、書込領域調整用のデータであってもよい。

【0031】

図8は、実施形態又は変形例に係るテープ記憶装置10のハードウェア構成の一例を示す。テープ記憶装置10は、バスにより相互に接続されるテープドライブ2000と、CPU2010、RAM2020と、ROM2030と、通信インターフェイス2040とを備える。

【0032】

テープドライブ2000は、プログラム記録媒体又はデータ記録媒体の一例であるテープ記録媒体50からプログラム又はデータを読み取り、ROM2030に提供する。ROM2030は、テープ記憶装置10の起動時にCPU1000が実行するブートプログラムや、起動後にテープ記憶装置10を動作させるプログラム等を格納する。そして、CPU2010は、これらのプログラムを、RAM2020を用いて実行する。

【0033】

テープ記憶装置10に提供されるプログラムは、テープドライブ2000によりテープ記録媒体50から読み出され、テープ記憶装置10にインストールされ

る。これに代えて、通信インターフェイス 2040 は、シリアルポート等の入出力装置又はネットワークを介して、情報処理装置 20 からプログラムを取得し、テープ記憶装置 10 にインストールしてもよい。

【0034】

情報処理装置 20 は、ホストコントローラ 1082 により相互に接続される CPU 1000 及び RAM 1020 を有する CPU 周辺部と、入出力コントローラ 1084 によりホストコントローラ 1082 に接続される通信インターフェイス 1030、ハードディスクドライブ 1040、及び CD-ROM ドライブ 1060 を有する入出力部と、入出力コントローラ 1084 に接続される ROM 1010、フレキシブルディスクドライブ 1050、及び入出力チップ 1070 を有するレガシー入出力部とを備える。

【0035】

ホストコントローラ 1082 は、RAM 1020 と、高い転送レートで RAM 1020 をアクセスする CPU 1000 とを接続する。CPU 1000 は、ROM 1010 及び RAM 1020 に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。

【0036】

入出力コントローラ 1084 は、ホストコントローラ 1082 と、比較的高速な入出力装置である通信インターフェイス 1030、ハードディスクドライブ 1040、及び CD-ROM ドライブ 1060 を接続する。通信インターフェイス 1030 は、ネットワークを介してテープ記憶装置 10 等の装置と通信する。ハードディスクドライブ 1040 は、テープ記憶装置 10 が使用するプログラム及びデータを格納する。CD-ROM ドライブ 1060 は、CD-ROM 1095 からプログラム又はデータを読み取り、通信インターフェイス 1030 を介してテープ記憶装置 10 に提供する。

【0037】

また、入出力コントローラ 1084 には、ROM 1010 と、フレキシブルディスクドライブ 1050 や入出力チップ 1070 等の比較的低速な入出力装置とが接続される。ROM 1010 は、テープ記憶装置 10 の起動時に CPU 1000

0が実行するブートプログラムや、テープ記憶装置10のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。フレキシブルディスクドライブ1050は、フレキシブルディスク1090からプログラム又はデータを読み取り、RAM1020を介して入出力チップ1070に提供する。入出力チップ1070は、フレキシブルディスク1090や、例えばパラレルポート、シリアルポート、キーボードポート、マウスポート等を介して各種の入出力装置を接続する。

【0038】

テープ記憶装置10に提供されるプログラムは、フレキシブルディスク1090、CD-ROM1095、又はICカード等のプログラム記録媒体に格納されて利用者によって提供される。プログラムは、プログラム記録媒体から読み出され、通信インターフェイス1030を介してテープ記憶装置10にインストールされ、テープ記憶装置10において実行される。

【0039】

テープ記憶装置10にインストールされて実行されるプログラムは、順次書込モジュールと、再書込モジュールと、エラー検出モジュールと、書込領域変更モジュールと、エラー回避書込モジュールとを含む。各モジュールがテープ記憶装置10に働きかけて行わせる動作は、図1から図7において説明したテープ記憶装置10における、対応する部材の動作と同一であるから、説明を省略する。

【0040】

以上に示したプログラム又はモジュールは、外部の記憶媒体に格納されてもよい。記憶媒体としては、フレキシブルディスク1090、CD-ROM1095の他に、DVDやPD等の光学記録媒体、MD等の光磁気記録媒体、テープ媒体、ICカード等の半導体メモリ等を用いることができる。また、専用通信ネットワークやインターネットに接続されたサーバシステムに設けたハードディスク又はRAM等の記憶装置をプログラム記録媒体として使用し、ネットワークを介してプログラムをテープ記憶装置10に提供してもよい。

【0041】

このように、テープ記憶装置10は、一ブロックの書き込みにより、当該一ブロックの有効情報をエラー領域に書き込んだ場合に、一ブロック以前に書

きこんだ他のブロックの書込領域を変更することにより、他のブロックの有効情報以外の部分をエラー領域に書き込む。続いて、テープ記憶装置 1 0 は、他のブロック及び一のブロックを順次書き込み直すことにより、書き込んだ各ブロックが有効であるか否かを適切に記録することができる。

【 0 0 4 2 】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更または改良を加えることができる。例えば、複数のブロックを書き込む対象の記録媒体は、テープ記録媒体 5 0 のように逐次的にデータが書き込まれる媒体に代えて、磁気ディスクのようなランダムアクセス可能な媒体であってもよい。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【 0 0 4 3 】

以上に示した実施形態によると、以下の各項目に示す記憶装置、制御方法、プログラム、プログラム記録媒体、及びデータ記録媒体を実現できる。

【 0 0 4 4 】

(項目 1) データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置であって、前記複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、前記データ記録媒体に順次書き込む順次書込部と、前記順次書込部による一のブロックの書き込みによって、前記一のブロックの前記有効情報が、前記データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出部と、前記一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれ、かつ前記他のブロックにおける前記有効情報が前記エラー領域以外の部分に書き込まれるように、前記他のブロックが書き込まれる前記データ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更部と、前記データ記録媒体における、前記エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、前記一のブロックを書き込むエラー回避書込部とを備える記憶装置。

(項目 2) 前記エラー検出部は、前記一のブロックの書き込みによって、前記

一のブロックの前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれたことを検出し、前記書込領域変更部は、前記書込エラーを検出した場合に、前記一のブロック以前に書き込んだ前記他のブロックを、前記順次書込部が書き込んだ書込領域と異なる領域に書き直すことにより、前記他のブロックの書込領域を変更する項目 1 記載の記憶装置。

【0045】

(項目 3) 前記書込領域変更部は、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに代えて、当該他のブロックのデータを含み、かつ当該他のブロックと比較してよりサイズが大きいブロックを前記他のブロックとして書き込むことにより、前記他のブロックの書込領域を変更する項目 2 記載の記憶装置。

(項目 4) 前記書込領域変更部は、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに含まれるデータのうち少なくとも一部を重複して書き込むことにより、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックと比較してよりサイズが大きいブロックを前記データ記録媒体に書き込む項目 3 記載の記憶装置。

(項目 5) 前記書込領域変更部は、更に、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに含まれるデータを、前記データ記録媒体から読み出し、変更した書込領域に書き直す項目 2 記載の記憶装置。

(項目 6) 前記順次書込部により、前記一のブロックの前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれた場合に、前記データ記録媒体における前記一のブロックを書き込み始める位置を変更して前記一のブロックを再び前記データ記録媒体に書き込む再書込部を更に備え、前記エラー検出部は、前記再書込部が前記一のブロックを書き込み始める位置を変更した場合において前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれた場合に、前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれる旨を検出する項目 2 記載の記憶装置。

【0046】

(項目 7) 前記エラー検出部は、前記他のブロックの次に連続して記録される前記一のブロックの前記有効情報が、前記エラー領域に書き込まれることを検出し、前記書込領域変更部は、前記順次書込部により書き込まれた前記他のブロックに代えて、当該他のブロックのデータを含み、かつ当該他のブロックと比較し

てよりサイズが大きいブロックを前記他のブロックとして書き込むことにより、前記他のブロックの書込領域を変更する項目 1 記載の記憶装置。

(項目 8) 前記有効情報は、前記複数のブロックのそれぞれにおいて、当該ブロックの先頭から予め定められた長さの記憶領域に書き込まれ、前記エラー検出部は、前記一のブロックの先頭から前記予め定められた長さの間の書き込みにおいて、前記書込エラーが生じる場合に、前記一のブロックの前記有効情報が前記エラー領域に書き込まれる旨を検出し、前記書込領域変更部は、前記他のブロックの先頭から前記予め定められた長さの部分が前記エラー領域に書き込まれず、かつ前記他のブロックにおける前記予め定められた長さ以降の部分が前記エラー領域に書き込まれるように、前記他のブロックの書込領域を変更する項目 1 記載の記憶装置。

【0047】

(項目 9) 前記エラー検出部は、前記他のブロックの次に連続して記録される前記一のブロックの前記有効情報が、前記エラー領域に書き込まれることを検出し、前記書込領域変更部は、前記順次書込部により前記他のブロックが書き込まれる領域に、前記他のブロックの一部であるブロック片を書き込み、前記ブロック片の次に連続して前記他のブロックを書き込むことにより、前記他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれるように、前記他のブロックの書込領域を変更する、項目 1 記載の記憶装置。

(項目 10) 前記複数のブロックのそれぞれは、既に書き込まれていたデータに対する、新たに書き込むデータの新鮮さを示すデータ新規度情報を更に含み、前記書込領域変更部は、前記書込領域変更部により書き込まれる前記ブロック片より高いデータ新規度情報を、前記エラー領域より後に書き込む前記他のブロックに対応付けて書き込む項目 9 記載の記憶装置。

(項目 11) データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置を、コンピュータにより制御する制御方法であって、前記複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、前記データ記録媒体に順次書き込む順次書込段階と、前記順次書込段階による一のブロックの書き込みによっ

て、前記一のブロックの前記有効情報が、前記データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出段階と、前記一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれ、かつ前記他のブロックにおける前記有効情報が前記エラー領域以外の部分に書き込まれるように、前記他のブロックが書き込まれる前記データ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更段階と、前記データ記録媒体における、前記エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、前記一のブロックを書き込むエラー回避書込段階とを備える制御方法。

【0048】

(項目12) データを分割した複数のブロックを、データを記録するデータ記録媒体に順次書き込む記憶装置として、コンピュータを機能させるプログラムであって、前記コンピュータを、前記複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報に対応付けて、前記データ記録媒体に順次書き込む順次書込部と、前記順次書込部による一のブロックの書き込みによって、前記一のブロックの前記有効情報が、前記データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出部と、前記一のブロック以前に書き込む他のブロックにおける前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれ、かつ前記他のブロックにおける前記有効情報が前記エラー領域以外の部分に書き込まれるように、前記他のブロックが書き込まれる前記データ記録媒体上の書込領域を変更する書込領域変更部と、前記データ記録媒体における、前記エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、前記一のブロックを書き込むエラー回避書込部として機能させるプログラム。

(項目13) 項目12に記載のプログラムを記録したプログラム記録媒体。

【0049】

(項目14) データを複数のブロックとして順次記録したデータ記録媒体であって、前記複数のブロックのそれぞれは、当該ブロックに含まれるデータが有効なデータであるか否かを示す有効情報を含み、書き込みにエラーが生じた後にデータが書き直されたことを示すデータ書き直し情報を記録している第1データセパレータ領域と、前記第1データセパレータ領域に連続し、当該データ記録媒体

に対する書込エラーを生じさせるエラー領域を含む領域であり、当該データ記録媒体に書き込まれるべき予め定められた第1のブロックの一部を、当該第1のブロックの一部が無効である旨を示す有効情報に対応付けて、前記エラー領域以外の部分に記録している第1データ領域と、前記第1データ領域に連続して設けられ、前記データ書き直し情報を記録している第2データセパレータ領域と、前記第2データセパレータ領域に連続して設けられ、前記第1のブロックを、前記第1のブロックが有効である旨を示す有効情報に対応付けて記録している第2データ領域とを備えるデータ記録媒体。

(項目15) 前記第1データ領域は、前記第1のブロックの次に書き込まれるべき第2のブロックの前記有効情報が、前記エラー領域に書き込まれた場合において、前記第1のブロックの前記有効情報以外の部分が前記エラー領域に書き込まれるように前記第1のブロックが書き込まれる書込領域を変更した結果書き込まれたデータを記録しており、前記第2データ領域は、前記第1のブロックの書込領域が変更された結果生じた書込エラーにより、再度書き込まれた前記第1のブロックを記録している項目14記載のデータ記録媒体。

(項目16) 前記第1データ領域は、前記第1のブロックとして書き込まれるべきデータのうち少なくとも一部を重複させたデータを記録している項目14記載のデータ記録媒体。

【0050】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によればデータの書き込みにおいて生じたエラーを適切に回避し、書き込みを継続することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、テープ記憶装置10の機能ブロック図を示す。

【図2】

図2は、テープ記憶装置10のフローチャートを示す。

【図3】

図3は、図2のS240におけるフローチャートを示す。

【図 4】

図 4 (a) は、テープ記憶装置 1 0 により書込エラーが生じた例を示す。

図 4 (b) は、テープ記憶装置 1 0 によりブロック N + 1 の書込位置が変更された場合において、再度書込エラーが生じた例を示す。

図 4 (c) は、テープ記憶装置 1 0 により書込領域が変更された例を示す。

【図 5】

図 5 (a) は、ブロック N の詳細を示す。

図 5 (b) は、ブロック N' の詳細を示す。

【図 6】

図 6 は、変形例における S 2 4 0 のフローチャートを示す。

【図 7】

図 7 (a) は、変形例に係るテープ記憶装置 1 0 により書込エラーが生じた例を示す。

図 7 (b) は、変形例に係るテープ記憶装置 1 0 によりブロック N + 1 の書込位置が変更された場合において、再度書込エラーが生じた例を示す。

図 7 (c) は、変形例に係るテープ記憶装置 1 0 により書込領域が変更された例を示す。

【図 8】

図 8 は、実施形態又は変形例に係るテープ記憶装置 1 0 のハードウェア構成の一例を示す。

【符号の説明】

- 1 0 テープ記憶装置
- 2 0 情報処理装置
- 5 0 テープ記録媒体
- 1 0 0 順次書込部
- 1 1 0 再書込部
- 1 2 0 エラー検出部
- 1 3 0 書込領域変更部
- 1 4 0 エラー回避書込部

2 0 0 0 テープドライブ

2 0 1 0 C P U

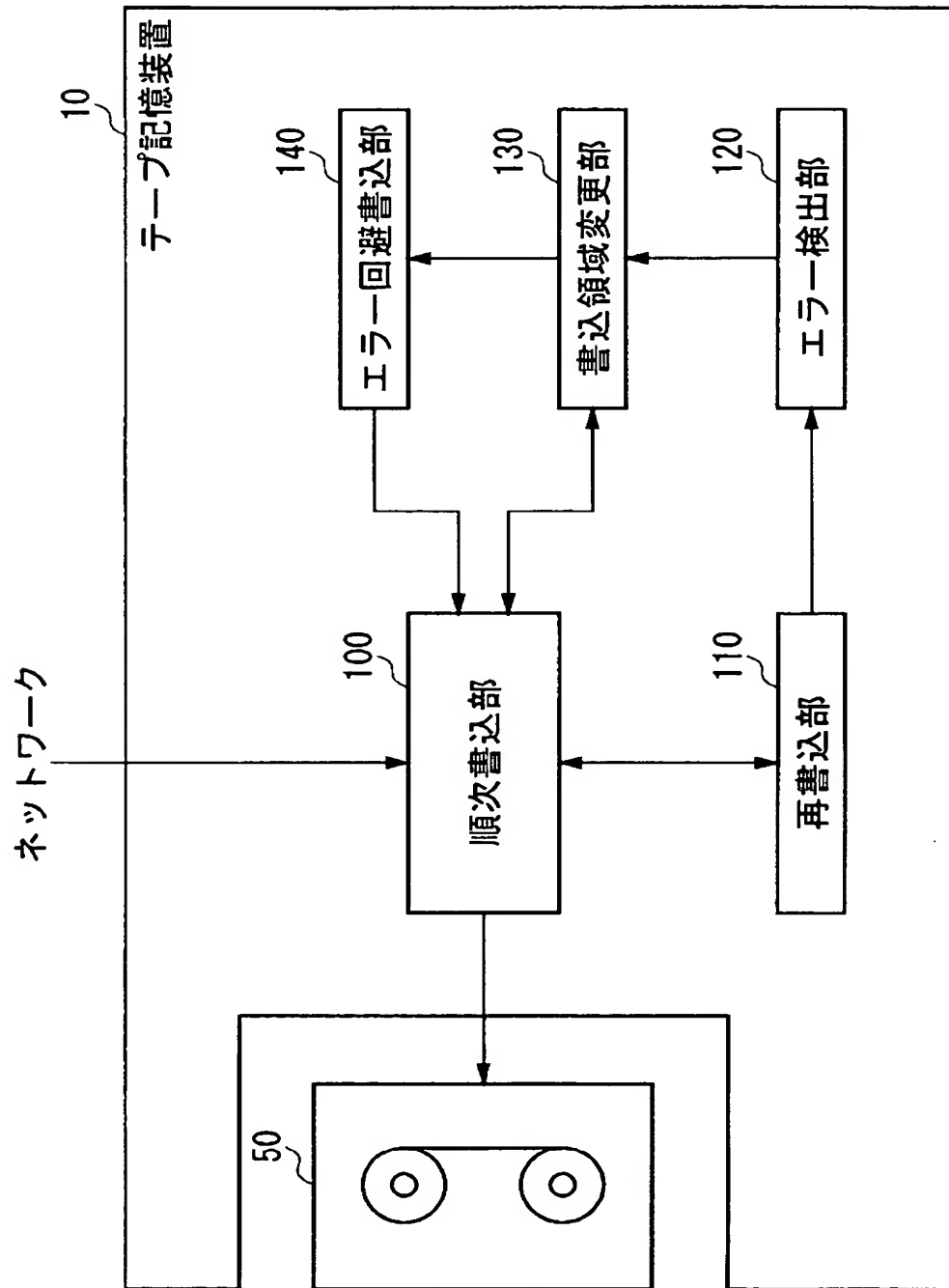
2 0 2 0 R A M

2 0 3 0 R O M

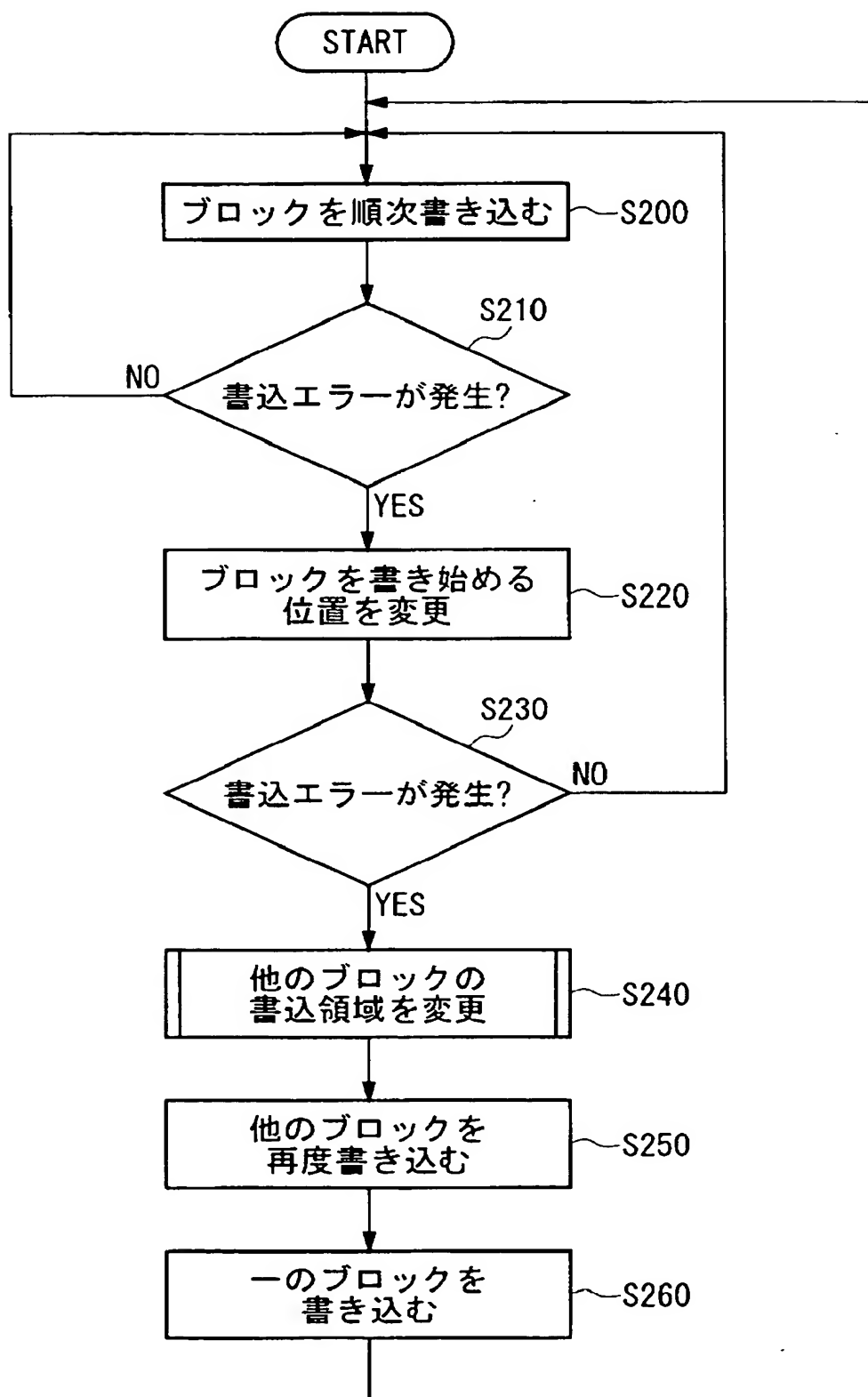
2 0 4 0 通信インターフェイス

【書類名】 図面

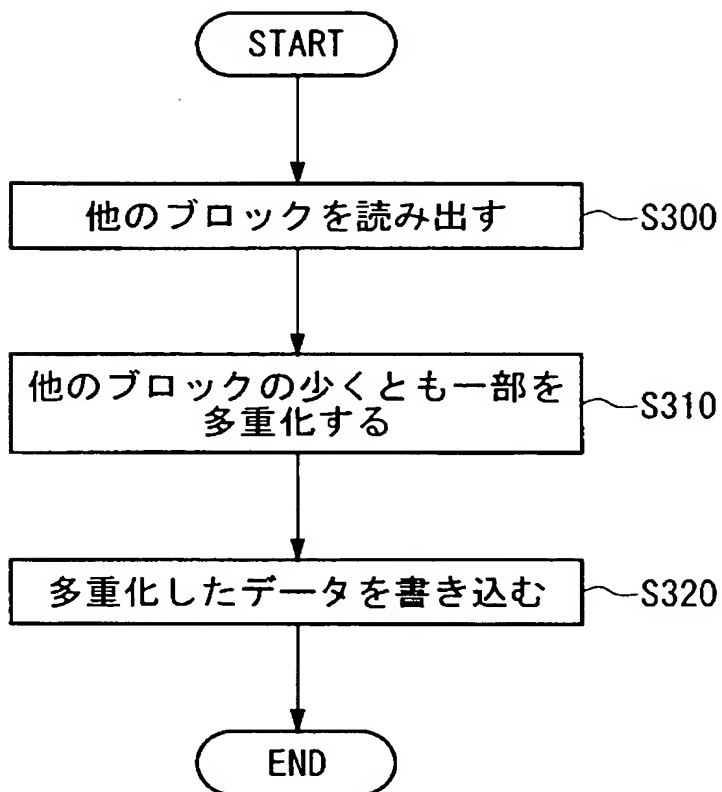
【図 1】



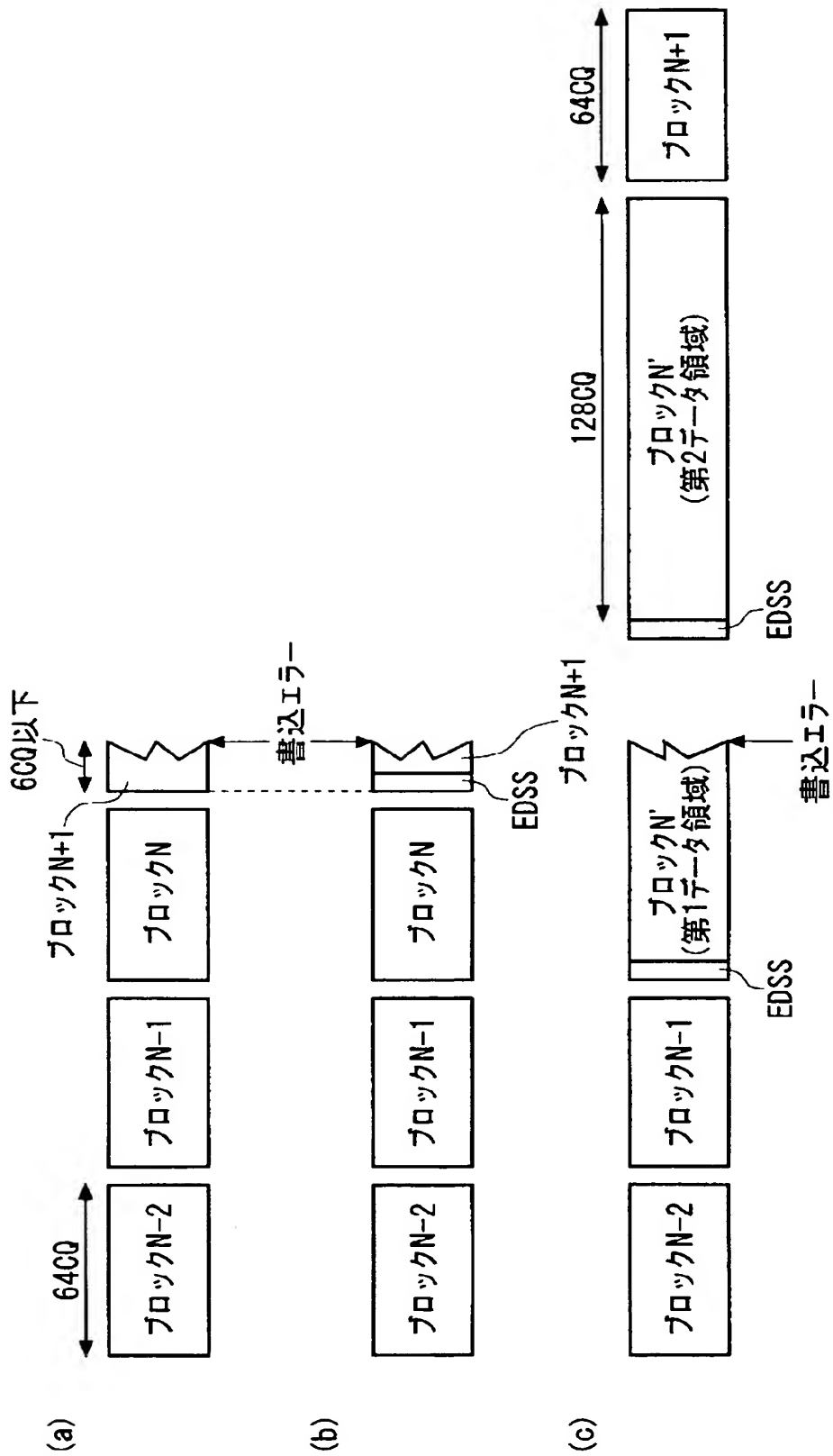
【図 2】



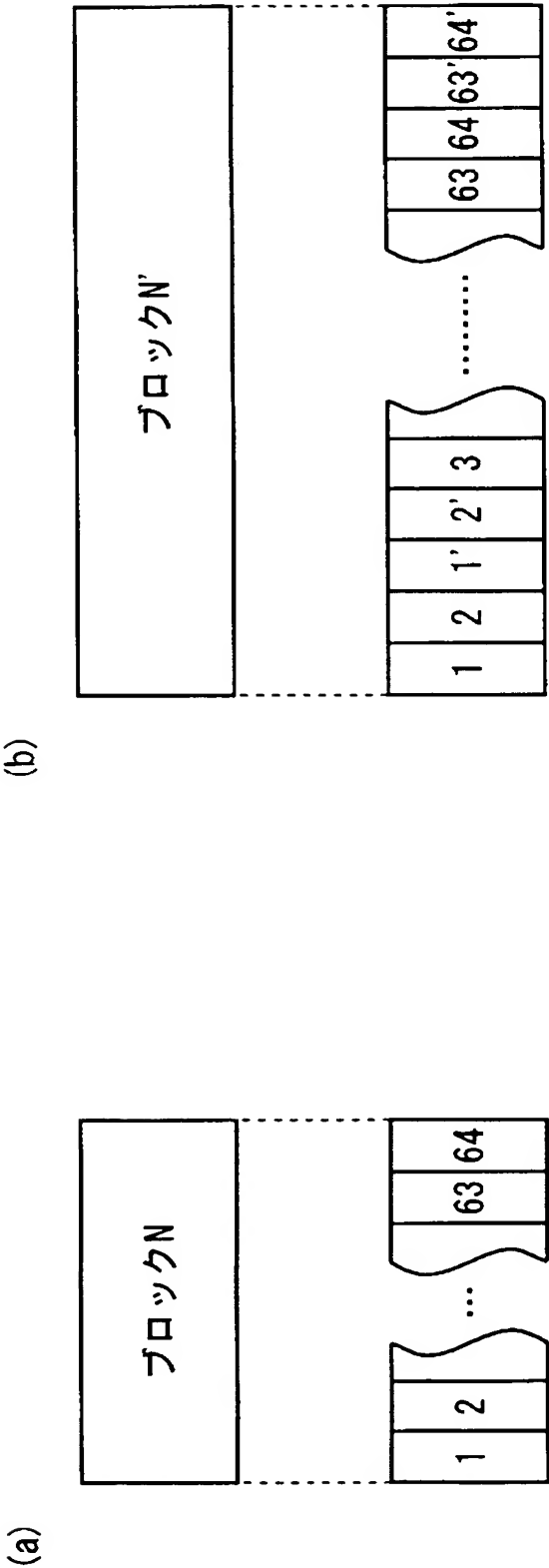
【図 3】

S240

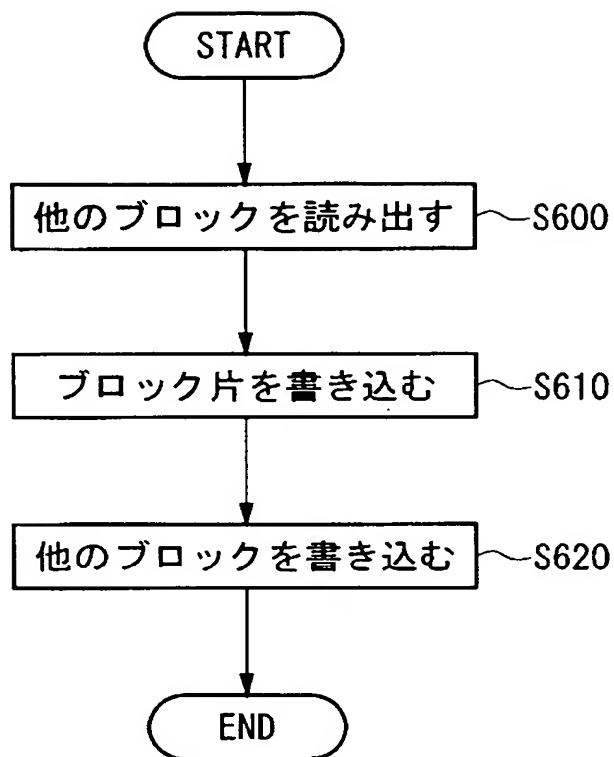
【図 4】



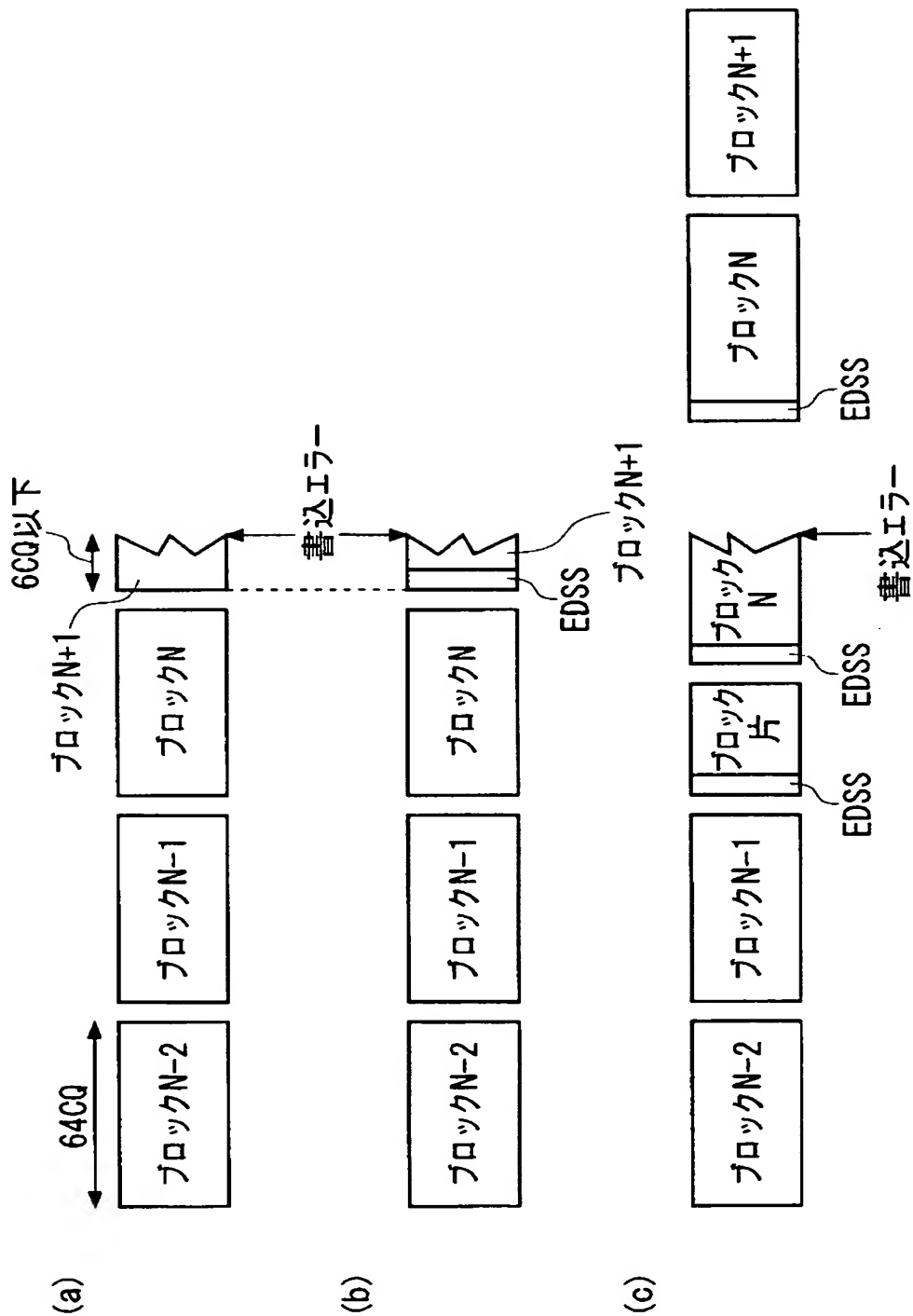
【図 5】



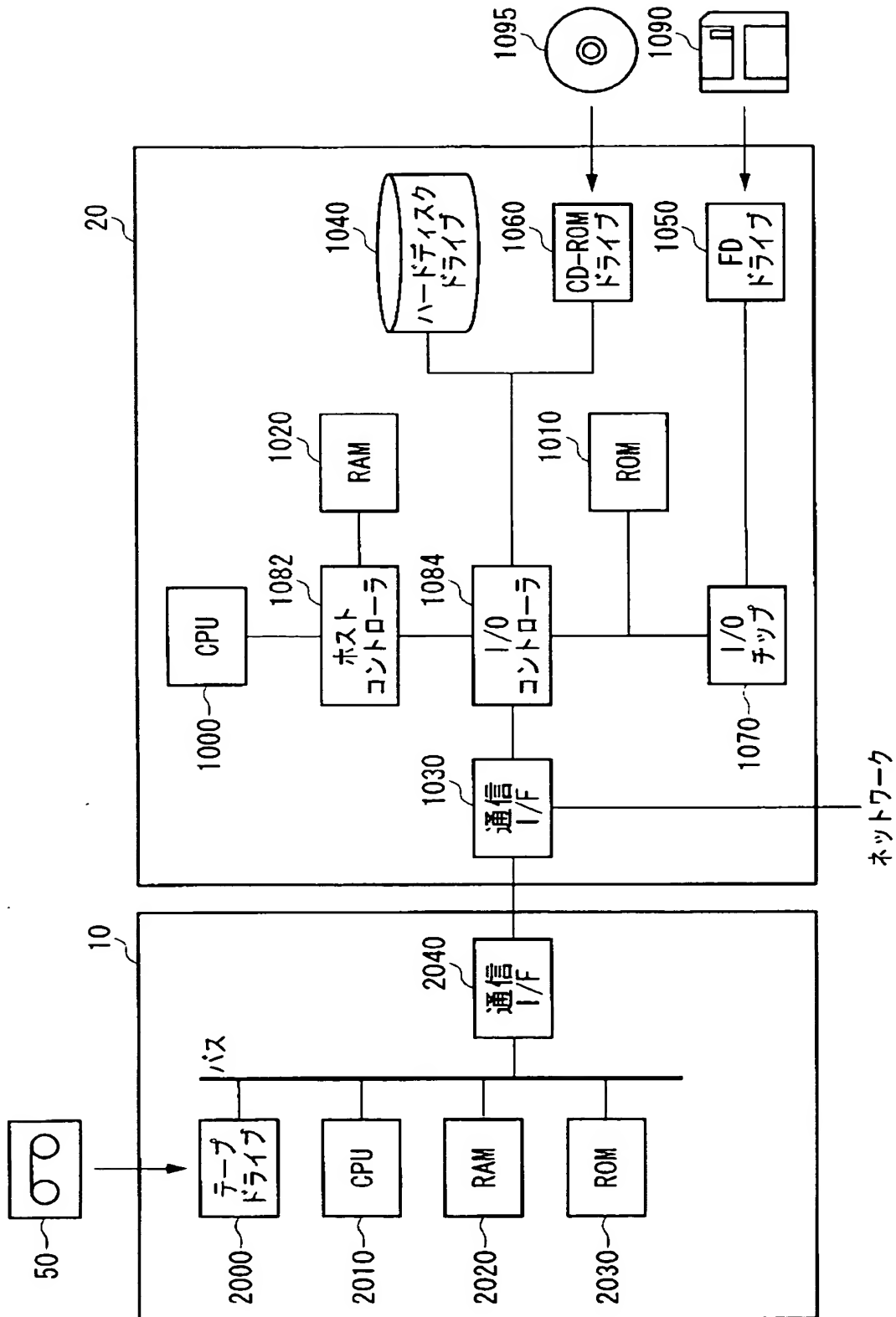
【図 6】

S240

【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 データの書き込みにおいて生じたエラーを適切に回避し、書き込みを継続する。

【解決手段】 データを分割した複数のブロックを、データ記録媒体に順次書き込む記憶装置は、複数のブロックのそれぞれを、当該ブロックに含まれるデータが有効であるかを示す有効情報に対応付けて、データ記録媒体に順次書き込む順次書込部と、一のブロックの書込によって、一のブロックの有効情報が、データ記録媒体において書込エラーが生じるエラー領域に書き込まれる旨を検出するエラー検出部と、一のブロック以前に書込む他のブロックにおける有効情報以外の部分がエラー領域に書込まれ、かつ他のブロックにおける有効情報がエラー領域以外の部分に書込まれるように、他のブロックが書込まれる書込領域を変更する書込領域変更部と、データ記録媒体における、エラー領域より後に書き込まれる書込領域に、一のブロックを書き込むエラー回避書込部とを備える。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2003-113393
受付番号 50300642110
書類名 特許願
担当官 末武 実 1912
作成日 平成15年 6月 3日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 390009531
【住所又は居所】 アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】 100086243
【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

【識別番号】 100091568
【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】 100108501
【住所又は居所】 神奈川県大和市下鶴間1623番14 日本アイ・ビー・エム株式会社 知的所有権
【氏名又は名称】 上野 剛史

【復代理人】

申請人
【識別番号】 100104156
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目24番12号 東信ビル 6階 龍華国際特許事務所
【氏名又は名称】 龍華 明裕

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 3 3 9 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 9 5 3 1]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 5 月 1 6 日
[変更理由] 名称変更
住 所 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 、ニューヨーク州 アーモンク (番地なし)
氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
2. 変更年月日 2 0 0 2 年 6 月 3 日
[変更理由] 住所変更
住 所 アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 、ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
氏 名 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

Specification

1. Title of the Invention:

Storage apparatus, control method, program, program recording medium, and data recording medium

2. Detailed Description of the Invention:

[Field of the invention]

The present invention relates to a memory device, control method, program, program recording medium, and data recording medium and in particular to a memory device, control method, program, program recording medium, and data recording medium that avoid an error in writing data.

[Background art]

If a write error of a block occurs on a tape recording medium in a conventional tape drive conforming to the LTO (Linear Tape Open) standard, the tape drive can skip the error area on the tape recording medium in which the write error occurred and rewrite the block into an area following the error area (see non-patent document 1). In this case, the drive can read data from the block in which the error has occurred to determine whether the block is invalid.

[Non-patent document 1]

LTO standard written by Hewlett-Packard Corporation, International Business Machines Corporation, and Seagate technologies Corporation, URL: <http://www.lto-technology.com/>, searched on April 9, 2003.

[Problems to be solved by the invention]

However, if a write error occurs before information indicating whether or not a block is valid is written, for example if a write error occurs before a required information of predetermined length for determining whether a block is valid or not is written, the device described above cannot properly record whether the written block is valid. Consequently, the error area and the subsequent areas on the tape recording medium may become unusable.

Therefore, an object of the present invention is to provide a memory apparatus, control method, program, programs recording medium, and data recording medium that can solve the problem. The object is achieved by the combination of features set forth in the independent claims herein. The dependent claims define preferable, specific embodiments of the present invention.

[Summary of the invention]

According to a first aspect of the present invention, there is provided a memory apparatus that sequentially writes a plurality of blocks generated by dividing data onto a data recording medium for recording data, a control method and program for controlling the memory apparatus, a program recording medium on which the program is recorded, and a data recording medium generated by the memory apparatus, the memory apparatus comprising: a sequential writing unit for sequentially associating and writing each of the plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid; an error detecting unit for detecting that writing of a single block by the sequential writing unit causes the validity information of the single block to be written in an error area that generates a write error on the data recording medium; a write area changing unit for changing a write area on the data recording medium in which an additional block is written to cause the additional block written before the single block, excluding the validity information of the additional block, to be written in the error area and the validity information of the additional block to be

written in an area other than the error area; and an error circumventing unit for writing the single block in a write area on the data recording medium, the write area following the error area.

The summary of the invention provided above does not enumerate all the required features of the present invention and sub-combinations of the features fall in the scope of the present invention.

[Preferred embodiments]

The present invention will be described below with respect to embodiments of the present invention. However, the embodiments described below do not limit the present invention which is defined in the claims and not all combinations of the features described in the embodiments are essential to the solution according to the present invention.

Figure 1 shows a functional block diagram of a tape storage apparatus 10. The tape storage apparatus 10 is a tape drive device, which is one example of a memory apparatus according to the present invention. It may be an LTO-standard base apparatus, for example. The tape storage apparatus 10 sequentially writes a number of blocks generated by dividing data onto a tape recording medium 50, which is one example of a tape recording medium for recording data. If a write error occurs, the tape storage apparatus 10 changes the area in which the block preceding the block in which the write error occurred had been written so that the write error can be successfully circumvented and writing of remaining blocks can be continued.

The tape storage apparatus 10 includes a sequential writing unit 100, a rewriting unit 110, an error detecting unit 120, a write area changing unit 130, and an error circumventing unit 140. The sequential writing unit 100 obtains each of blocks to be written onto the tape recording medium 50 from an external source such as an external network, associates it with validity

information indicating that the data contained in that block is valid, and sequentially writes the blocks and validity information on the tape recording medium 50. The sequentially writing unit 100 also rewrites a block according to an instruction from the rewriting unit 110, writing area changing unit 130, and error circumventing unit 140. The tape storage apparatus 10 sends result information indicating the result of writing a block, such as error information indicting whether an error in writing has occurred, to the rewriting unit 110 and the writing area changing unit 130.

If the rewriting unit 110 determines from the error information received from the sequential writing unit 100 that validity information associated with a block is written in the error area on the tape recording medium 50 that causes a write error, the rewriting unit 110 causes the sequential writing unit 100 to rewrite that block (Append Write in the LTO standard, for example). The rewriting unit 110 may also write an extended data set separator (EDSS), which is an example of data rewrite information indicating that data has been rewritten. The rewriting unit 110 may insert the EDSS in a position where the sequential writing unit 100 should start writing that block, thereby changing the position at which to start writing the data and causing the sequential writing unit 100 to rewrite the block. Then, if the rewriting unit 110 determines from error information received from the sequential writing unit 100 that validity information associated with a block is written again in the error area, the rewriting unit 110 notifies the error detecting unit 120 as such.

The error detecting unit 120 receives the notification, detects that the validity information associated with the block has been written in the error area, and notifies the write area changing unit 130 of this. Receiving this notification, the write area changing unit 130 changes write areas on the tape recording medium 50 so that data in an additional block, excluding validity information, that would be written before the block is written in the error area and the validity

information associated with the additional block is written in areas different from the error area. For example, the write area changing unit 130 directs the sequential writing unit 100 to rewrite the additional block in a different area than the area into which the sequential writing unit 100 has written it. Thus, the write area changing unit 130 changes the write areas.

The write area changing unit 130 writes the additional data in areas that follow the error area. Thus, the write area changing unit 130 can record that the additional block whose write position has been changed is invalid and write the additional block in areas that follow the error area. When the write area changing unit 130 determines from result information received from the sequential writing unit 100 that the writing of the additional block has been completed, the write area changing unit 130 notifies the error circumventing unit 140 of the completion. The error circumventing unit 140 receives this notification and rewrites the block in a write area that follows the error area.

In this way, if validity information associated with a single block would be written in an error area, the tape storage apparatus 10 could not indicate whether the block is valid or not. Therefore, the tape storage apparatus 10 changes write areas for an additional block written before the single block and writes data in the additional block, excluding its validity information, in the error area and then rewrites the single block in order to appropriately record whether or not each of the written blocks is valid.

Figure 2 shows a flowchart of a process performed in the tape storage apparatus 10. The sequential writing unit 100 associates each of a number of blocks with validity information indicating whether or not the data contained in the block is valid and sequentially writes the blocks and validity information onto the tape recording medium 50 (S200). If no write error occurs (S210: NO), the sequential writing unit 100 repeats step S200 to continue writing blocks. On the other

hand, if a write error occurs (S210: YES), then the rewriting unit 110 rewrites the single block in which the write error has occurred on the tape recording medium 50 (step S220). If no write error occurs in the writing of the single block (S230: NO), the tape storage apparatus 10 returns to step S200 and continues writing blocks.

On the other hand, if the rewriting unit 110 rewrites the single block on the tape recording medium 50 and rewrite validity information in the error area (S230: YES), then the error detecting unit 120 detects that the validity information has been written in the error area. In response to this, the write area changing unit 130 changes a write area on the tape recording medium 50 in which the additional block is to be written so that the additional block, excluding its validity information, that was written before the single block, is written in the error area and the validity information is written in areas other than the error area (S240).

Then, the write area changing unit 130 rewrites the additional block in a write area that follows the error area (S250) and then the error circumventing unit 140 writes the single block on the tape recording medium 50 (S260). Then the tape storage apparatus 10 returns to step S200 and continues writing blocks.

In Figure 2, the rewriting unit 110 changes the position to start writing the block in which a write error has generated and rewrites the block on the tape recording medium 50 (S220, for example). Alternatively, the rewriting unit 110 may change the position at which to start writing the block once again. That is, the number of writing attempts by the rewriting unit 110 is not limited to one. The rewriting unit 110 may attempt a predetermined number of times.

While the error detecting unit 120 detects a write error of a block that has been written by the sequential writing unit 100, the timing of write error detection is not limited to this example. For example, the error detecting unit 120 may

determine whether or not an area in which validity information associated with a block is an error area before the block is written.

Figure 3 shows a flowchart of a process performed at step S240 in Figure 2. After a write error occurs in a block, the write area changing unit 130 reads an additional block that has been written before the block in which the write error occurred (S300). The write area changing unit 130 multiplexes at least part of the additional block (S310). The write area changing unit 130 then writes the multiplexed or partially multiplexed additional block onto the tape recording medium 50. Thus, at least a part of the additional block that has been written by the rewriting unit 110 is redundantly written on the tape recording medium 50 (S320).

In this way, the write area changing unit 130 writes a block that includes a data of the additional block and is larger in size than the additional block, in place and as the equivalent of the additional block written by the sequential writing unit 100. Thus, the write area changing unit 130 extends the write area of the additional block to the area in which the single block was written so that the data in the additional block, excluding its validity information, can be written in the error area. Consequently, the tape recording medium 10 can properly record that the additional block is invalid and can properly write a block to be written after the additional block into the area following the error area. In other words, the tape storage apparatus 10 can properly record the validity information associated with the single block and the additional block in the tape recording medium 50.

Figure 4 (a) shows an example in which a write error has been generated by the tape storage apparatus 10. The sequential writing unit 100 sequentially writes on the tape recording medium 50 block N-2, block N-1, block N, which is an example of an additional block according to the present invention, and block N+1, which is recorded contiguous by after block N and is

an example of a single block according to the present invention. During writing of block N+1 by the sequential writing unit 100, the rewriting unit 110 detects that the validity information associated with block N+1 is written in an error area in which a write error occurs in the tape recording medium 50.

Block N+1 is recorded contiguously after block N. "Contiguously" herein means that blocks are physically contiguous to each other on the tape recording medium 50 or blocks are contiguously read in a predetermined manner. For example, block N+1 may be recorded contiguous to the data set separator (DSS) that indicates the block boundary between block N+1 and block N on the tape recording medium 50.

Figure 4(b) indicates an example in which another write error occurs after the position in which block N+1 is written is changed by the tape storage apparatus 10. If a write error occurs as shown in Figure 4(a), the rewriting unit 110 rewrites block N+1 on the tape recording medium 50. For example, the rewriting unit 110 may write an extended data set separator, which is an example of data rewrite information indicating that data was rewritten after an error had occurred in writing a block, as shown in Figure 4(b), to change the starting position at which block N+1 is to be written. If the validity information associated with block N+1 is written in the error area again after the rewriting unit 110 changed the position at which to start writing block N+1, the error detecting unit 120 notifies the write area changing unit 130 of this and causes the write area changing unit 130 to change the area in which block N is to be written.

Validity information associated with each of the plurality of blocks may be information written in a storage area having a predetermined length, for example substantially 6 CQ (Code Quads) from the beginning of the block. Because a write error has occurred while a predetermined length of block N+1 was being written from its beginning, the rewriting unit 110 and

the error detecting unit 120 determine that the validity information associated with block N+1 has been written in the error area. The validity information may be information indicating the size of data to be recorded in a block, for example. In that case, the device that reads data from the tape recording medium 50 may determine whether or not the size of data to be recorded in the block differs from the actual size of the block to determine whether or not the block is valid.

In another example, the tape storage apparatus 10 reads a predetermined length of data from its beginning and conducts thorough analysis of the predetermined length of data to determine whether or not the read block is valid. Valid information needs not to be recorded data explicitly indicating whether a block is valid. It may be any information from which the tape storage apparatus 10 can determine whether or not each block is valid.

Figure 4(c) shows an example in which the write area is changed by the tape storage apparatus 10. The write area changing unit 130 writes, an EDSS, which is an example of data rewrite information, on the tape recording medium 50, in place of block N written by the rewriting unit 110. Then the write area changing unit 130 writes block N', which includes the data in block N and is larger in size than block N, in the area following the EDSS, in place of block N written by the rewriting unit 110 and thereby changes the area in which block N is to be written. In this way, the write area changing unit 130 changes the write areas of block N so that data in block N', excluding its validity information, is written in the error area and the validity information of block N' is written in an area other than the error area. The write area changing unit 130 then writes an EDSS that indicates that block N is rewritten on the tape recording medium 50 and then rewrite block N'. The error circumventing unit 140 writes block N+1 in which the sequential writing unit 100 has made a write error.

As a result, the tape recording medium 50 includes a first data separator area in which an EDSS, which is an example of data rewrite information, is recorded, a first data area which is contiguous to the first data separator area and includes an error area, a second data separator area which is contiguous to the first data area and in which an EDSS, which is an example of data rewrite information, is recorded, and a second data area which is contiguous to the second data separator area and in which block N' and validity information associated with it for indicating whether block N' is valid or not. A predetermined part of block N' that is to be written on the tape recording medium 50 is associated with validity information indicating whether block N' is valid or not, and is recorded in an area, other than the error area, in the first data area.

Figure 5(a) shows details of block N. Figure 5(b) shows details of block N'. The sequential writing unit 100 writes 1st to 64th data, for example, one by one on the tape recording medium 50. The write area changing unit 130 duplicates and writes at least a part of data contained in block N and thus writes block N' larger than block N. In the example shown in Figure 5, the write area changing unit 130 writes items of data included in block N twice and thereby changes the write area in which block N is written. As a result, the first data area contains block N', which includes duplications of a part of data to be written as block N.

Figure 6 shows a flowchart of a process performed at step S240 in an alternative embodiment. The components of a tape storage apparatus 10 according to the alternative embodiment are substantially the same as those of the tape storage apparatus 10 described with respect to Figures 1 to 5. The tape storage apparatus 10 according to the alternative embodiment differs from the one described with respect to Figures 1 to 5 in the operation performed at step S240. A write area changing unit 130 reads data contained in an additional block written by a rewriting unit 110 from the tape recording medium 50 (S600).

The write area changing unit 130 then writes a block fragment which is a part of the additional block in an area in which the additional block is to be written by a rewriting unit 110 (S610). Then the write area changing unit 130 writes the additional block again (S620). In this way, the write area changing unit 130 can change the write areas so that the part of the additional block rewritten at step S620, excluding its validity information, is written in an error area.

Figure 7(a) shows an example in which a write error has generated by the tape storage apparatus 10 of the alternative embodiment. Figure 7(b) shows an example in which another write error has occurred after the write position of block N+1 was changed by the tape storage apparatus 10 of the alternative embodiment. Figure 7(c) shows an example in which a write area is changed by the tape storage apparatus 10 according to the alternative embodiment. Figures 7(a) and 7(b) are substantially the same as Figures 4(a) and 4(b), respectively, and therefore the description thereof will be omitted.

The write area changing unit 130 writes a block fragment, which is a part of block N along with an EDSS in the area in which block N was written by the rewriting unit 110. The write area changing unit 130 then writes block N again. Thus, the write area changing unit 130 can change the write area of block N so that part of block N rewritten, excluding validity information, is written in the error area.

Then, the write area changing unit 130 rewrites block N in a area that follows the error area and the error circumventing writing unit 140 writes block N+1 in which a write error has occurred in Figure 7(a). Each of blocks contains a data recency indicator (such as WP: WritePass information in the LTO standard), which indicates recency of data to be written with respect to data that has been already written. The error detecting unit 120 preferably associates data recency higher than that of a block fragment to be written on the tape recording medium 50 with block N to be written in an area that

follows the error area. Thus, the tape storage apparatus 10 can record that the data contained in block N that follows the error area is newer than the data contained in the block fragment.

As has been described, according to the alternative embodiment, the tape storage apparatus 10 can properly record validity information that indicates whether each of the plurality of blocks is valid. Furthermore, according to the alternative embodiment, a write error can be circumvented and writing of blocks can be continued even if data in a block is not allowed to be redundantly written under the specifications for the recording medium 50.

A block fragment in this embodiment is a block containing a portion of data contained in block N. Alternatively, a block fragment may be data that does not relate to block N. In other words, a block fragment may be write area adjusting data that is written on the tape recording medium 50 before block N is written so that block N, excluding its validity information, is written in an error area.

Figure 8 shows an example of hardware configuration of a tape storage apparatus 10 according to the embodiment or the alternative embodiment. The tape storage apparatus 10 includes a tape drive 2000, a CPU 2010, a RAM 2020, a ROM 2030, and a communication interface 2040, which are interconnected through a bus.

The tape drive 2000 reads a program or data from a tape recording medium 50, which is an example of a program recording medium or data recording medium, and provides it to the ROM 2030. The ROM 2030 stores a boot program to be executed by the CPU 1000 on activation of the tape storage apparatus 10 and a program for causing the tape storage apparatus 10 to function after the activation. The CPU 2010 executes the programs through the use of the RAM 2020.

The program to be provided to the tape storage apparatus 10 is read from the tape recording medium 50 by the tape drive 2000 and installed in the tape storage apparatus 10. Alternatively, the communication interface 2040 may obtain the program from an information processing unit 20 through an input-output device such as a serial port or over a network and install it in the tape storage apparatus 10.

The information processing unit 20 includes a CPU section including a CPU 1000 and a RAM 1020 which are connected to each other by a host controller 1082, an input-output section including a communication interface 1030, a hard disk drive 1040, and a CD-ROM drive 1060, which are connected to the host controller 1082 thorough an input-output controller 1084, and a legacy input-output section including a ROM 1010, a flexible disk drive 1050, and an input-output chip 1070 which are connected to the input-output controller 1084.

The host controller 1082 connects the RAM 1020 with the CPU 1000, which accesses the RAM 1020 at a high transfer rate. The CPU 1000 operates according to programs stored in the ROM 1010 and the RAM 1020 to control each of the components.

The input-output controller 1084 connects the host controller 1082 with the communication interface 1030, hard disk drive 1040, and CD-ROM drive 1060, which are relatively fast input-output devices. The communication interface 1030 provides communication with the tape storage apparatus 10 and other devices over a network. The hard disk drive 1040 stores programs and data used by the tape storage apparatus 10. The CD-ROM drive 1060 reads a program or data from a CD-ROM 1095 and provides it to the tape storage apparatus 10 through the communication interface 1030.

Connected to the input-output controller 1084 are the ROM 1010 and relatively slow input-output devices such as the flexible disk drive 1050 and input-output chip 1070. The ROM 1010 stores a boot program executed by the CPU 1000 on activation of

the tape storage apparatus 10 and programs which are dependent on the hardware of the tape storage apparatus 10. The flexible disk drive 1050 reads a program or data from a flexible disk 1090 and provides it to the input-output chip 1070 through the RAM 1020. Connected to the input-output chip 1070 are the flexible disk 1090, and input and output devices through a parallel port, serial port, keyboard port, mouse port, and the like.

A program to be provided to the tape storage apparatus 10 is stored in a program recording medium such as a flexible disk 1090, a CD-ROM 1095, or an IC card and provided by a user to the tape storage apparatus 10. The program is read from the program recording medium, installed in the tape storage apparatus 10 through the communication interface 1030, and executed in the tape storage apparatus 10.

The program installed and executed in the tape storage apparatus 10 includes a sequential writing module, a rewriting module, an error detecting module, a write area changing module, and an error circumventing module. Each module causes the tape storage apparatus 10 to perform operations, which are the same as those performed by their corresponding units in the tape recording apparatus 10 that have been described with respect to Figures 1 to 7. The description of the operations will therefore be omitted.

The program or modules mentioned above may be stored in an external storage medium. The storage medium may be an optical recording medium such as a DVD and PD, a magneto-optical recording medium such as an MD, a tape medium, or a semiconductor memory such as an IC card, as well as a flexible disk 1090 and a CD-ROM 1095. Alternatively, a storage device such as a hard disk or a RAM provided in a server system connected to a private communication network or the Internet is used as a program recording medium and the program may be provided from the program recording medium to the tape storage apparatus 10.

As has been described, if the tape storage apparatus 10 writes validity information associated with a single block by writing the block, the tape storage apparatus 10 changes the write area for an additional information written before the single block and writes the additional block, excluding its validity information, in the error area. Then, the tape storage apparatus 10 sequentially rewrites the additional block and the single block. Thus, it can properly record whether or not each of the written block is valid.

While the present invention has been described with respect to embodiments of the present invention, the technical scope of the present invention is not limited to the scope described with respect to the embodiments.. Various modification or improvements can be made to the embodiments described above. For example, the plurality of blocks may be written in a randomly accessible medium such as magnetic disk, instead of a medium such as a tape recording medium 50 on which data is sequentially written. It will be apparent from the claims that variations including such modification or improvements are also fall within the technical scope of the present invention.

According to the embodiments described above, a storage apparatus, control method, program, program recording medium, and data recording medium described under the following items can be implemented.

(Item 1) A storage apparatus for sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium for recording data, the storage apparatus comprising: a sequential writing unit for sequentially associating and writing each of the plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid, on the data recording medium; an error detecting unit for detecting that writing of a single block by the sequential writing unit causes the validity information of the single block to be written in an error area that generates

a write error on the data recording medium; a write area changing unit for changing a write area on the data recording medium in which an additional block is written to cause the additional block written before the single block, excluding the validity information of the additional block, to be written in the error area and the validity information of the additional information to be written in an area other than the error area; and an error circumventing unit for writing the single block in a write area on the data recording medium, the write area following the error area.

(Item 2) The storage apparatus according to the Item 1, wherein the error detecting unit detects that the writing of the single block has caused the validity information of the single block to be written in the error area; and

if the write error is detected, the write area changing unit changes the write area of the additional block by rewriting the additional block in an area different from the area in which the sequential writing unit has written the additional block before writing the single block.

(Item 3) The storage apparatus according to the Item 2, wherein the write area changing unit changes the write area of the additional block by writing as the additional block a block including data in the additional block and having a size larger than the additional block, in place of the additional block written by the sequential writing unit.

(Item 4) The storage apparatus according to the Item 3, wherein the write area changing unit writes the block having a size larger than the additional block written by the sequential writing unit by redundantly writing at least part of the data contained in the additional block written by the sequential writing unit.

(Item 5) The storage apparatus according to the Item 2, wherein the write area changing unit reads data contained in the

additional block written by the sequential writing unit from the data recording medium and rewrites the data in the changed write area.

(Item 6) The storage apparatus according to the Item 2, further comprising a rewriting unit for changing the position at which to start writing of the single block on the data recording medium and rewriting the single block onto the data recording medium, if the validity information of the single block is written in the error area by the sequential writing unit; wherein the error detecting unit detects that the validity information is written in the error area if the validity information is written in the error area after the rewriting unit changes the position at which to start writing the single block.

(Item 7) The storage apparatus according to the Item 1, wherein the error detecting unit detects that the validity information of the single block that is to be recorded contiguously to the additional block is written in the error area; and the write area changing unit changes the write area of the additional block by writing as the additional block a block including data in the additional block and having a size larger than the additional block in place of the additional block written by the sequential writing unit.

(Item 8) The storage apparatus according to the Item 1, wherein the validity information of each of the plurality of blocks is written in a storage area having a predetermined length from the beginning of the block; the error detecting unit detects that the validity information of the single block is written in the error area if the write error occurs in writing the predetermined length of the single block from the beginning of the single block; and the write area changing unit changes the write area of the additional block to prevent the predetermined length of part of the additional block from the beginning of the additional block from being written in the error area and cause a part of the additional block that follows the part of

the predetermined length to be written in the error area.

(Item 9) The storage apparatus according to the Item 1, wherein the error detecting unit detects that the validity information of the single block that is to be recorded contiguously to the additional block is written in the error area; and the write area changing unit writes a block fragment that is a part of the additional block into an area in which the additional block is written by the sequential writing unit and writes the additional block contiguously to the block fragment to change the write area of the additional block to cause the additional block, excluding the validity information of the additional block, to be written in the error area.

(Item 10) The data storage apparatus according to the Item 9, wherein each of the plurality of blocks further includes a data recency indicator indicating the recency of data to be newly written with respect to data already written; and the write area changing unit associates and writes a data recency indicator higher than the data recency indicator of the block fragment written by the write area changing unit with the additional block to be written in an area that follows the error area.

(Item 11) A control method for using a computer to control a storage apparatus sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium for recording data, the control method comprising: a sequential writing step of sequentially associating and writing each of the plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid on the data recording medium; an error detecting step of detecting that writing of a single block by the sequential writing unit causes the validity information of the single block to be written in an error area that generates a write error on the data recording medium; a write area changing step of changing a write area on the data recording medium in which an additional block is written to cause the additional block written before

the single block, excluding the validity information of the additional block, to be written in the error area and the validity information of the additional information to be written in an area other than the error area; and an error circumventing step of writing the single block in a write area on the data recording medium, the write area following the error area.

(Item 12) A program for causing a computer to function as a storage apparatus sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium for recording data, the program causing the computer to function as: a sequential writing unit for sequentially associating and writing each of the plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid, on the data recording medium; an error detecting unit for detecting that writing of a single block by the sequential writing unit causes the validity information of the single block to be written in an error area causing a write error on the data recording medium; a write area changing unit for changing a write area on the data recording medium in which an additional block is written to cause an additional block written before the single block, excluding the validity information of the additional block, to be written in the error area and the validity information of the additional information to be written in an area other than the error area; and an error circumventing unit for writing the single block in a write area on the data recording medium that follow the error area.

(Item 13) A program recording medium on which the program according to the Item 12 is recorded.

(Item 14) A data recording medium on which data is sequentially recorded as a plurality of blocks, wherein, each of the plurality of blocks includes validity information indicating whether or not data contained in the block is valid;

the data recording medium comprises: a first data separator area in which data rewriting information indicating that data has been rewritten after a write error occurred is recorded; a first data area that is contiguous to the first data separator area and includes an error area generating a write error on the data recording medium and in which a part of a predetermined first block to be written on the data recording medium is associated and recorded with validity information indicating that a part of the first block is invalid, on the area other than the error area; a second data separator area that is contiguous to the first data area and in which the data rewriting information is recorded; and a second data area that is contiguous to the second data separator area and in which the first block is associated and recorded with validity information indicating that the first block is valid.

(Item 15) The data recording medium according to the Item 14, wherein the first data area contains data written as a result of changing the write area of the first block to cause the first block, excluding the validity information, to be written in the error area when the validity information of a second block to be written after the first block is written in the error area; and the second data area contains the first block rewritten due to a write error generated as a result of changing the write area of the first block.

(Item 16) The data recording medium according to the Item 14, wherein the first data area contains data including a duplication of at least a part of data to be written as the first block.

[Advantages of the invention]

As can be seen from the foregoing description, the present invention allows an error generated in writing data to be properly circumvented and writing to be continued.

3. Brief Description of the Drawings:

Figure 1 shows a functional block diagram of a tape storage apparatus 10;

Figure 2 shows a flowchart of a process performed in the tape storage apparatus 10;

Figure 3 shows a flowchart of a process performed at step S240 shown in Figure 2;

Figure 4(a) shows an example in which a write error has been generated by the tape storage apparatus 10;

Figure 4(b) shows an example in which another write error occurred after the write position in block N+1 is changed by the tape storage apparatus 10;

Figure 4(c) shows an example in which a write area is changed by the tape storage apparatus 10;

Figure 5(a) shows details of block N;

Figure 5(b) shows details of block N';

Figure 6 shows a flowchart of a process performed at S240 according to an alternative embodiment;

Figure 7(a) shows an example in which a write error has been generated by a tape storage apparatus 10 according to the alternative embodiment;

Figure 7(b) shows an example in which another write error occurred after the write position in block N+1 was changed by the tape storage apparatus 10 in the alternative embodiment;

Figure 7(c) shows an example in which the write area is changed by the tape storage apparatus 10 in the alternative embodiment;

and

Figure 8 shows an exemplary hardware configuration of the tape storage apparatus 10 in the embodiment or the alternative embodiment.

[Description of symbols]

10 ... Tape storage apparatus
20 ... Information processing unit
50 ... Tape recording medium
100 ... Sequential writing unit
110 ... Rewriting unit
120 ... Error detecting unit
130 ... Write area changing unit
140 ... Error circumventing unit
2000 ... Tape drive
2010 ... CPU
2020 ... RAM
2030 ... ROM
2040 ... Communication interface

4. Claims:

- (1) A storage apparatus for sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium for recording data, said storage apparatus comprising:

a sequential writing unit for sequentially associating and writing each of said plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid on said data recording medium;

an error detecting unit for detecting that writing of a single block by said sequential writing unit causes said validity information of said single block to be written in an error area that generates a write error on said data recording medium;

a write area changing unit for changing a write area on said data recording medium in which an additional block is written to cause said additional block written before said single block, excluding the validity information of said additional block, to be written in said error area and said validity information of said additional information to be written in an area other than said error area; and

an error circumventing unit for writing said single block in a write area on the data recording medium, said write area following said error area.

- (2) The storage apparatus according to claim 1, wherein said error detecting unit detects that the writing of said single block has caused said validity information of said single block to be written in said error area; and

if said write error is detected, said write area changing unit changes the write area of said additional block by rewriting said additional block in an area different from

the area in which said sequential writing unit has written said additional block before writing said single block.

- (3) The storage apparatus according to claim 2, wherein said write area changing unit changes the write area of said additional block by writing as said additional block a block including data in said additional block and having a size larger than said additional block, in place of said additional block written by said sequential writing unit.
- (4) The storage apparatus according to claim 3, wherein said write area changing unit writes the block having a size larger than said additional block written by said sequential writing unit by redundantly duplicating and writing at least part of the data contained in said additional block written by said sequential writing unit.
- (5) The storage apparatus according to claim 2, wherein said write area changing unit reads data contained in said additional block written by said sequential writing unit from said data recording medium and rewrites said data in the changed write area.
- (6) The storage apparatus according to claim 2, further comprising a rewriting unit for changing the position at which to start writing of said single block on said data recording medium and rewriting said single block onto said data recording medium, if said validity information of said single block is written in said error area by said sequential writing unit; wherein

said error detecting unit detects that said validity information is written in said error area if said validity information is written in said error area after said rewriting unit changes the position at which to start writing said single block.

- (7) The storage apparatus according to claim 1, wherein said

error detecting unit detects that said validity information of said single block that is to be recorded contiguously to said additional block is written in said error area; and

said write area changing unit changes the write area of said additional block by writing as said additional block a block including data in said additional block and having a size larger than said additional block in place of said additional block written by said sequential writing unit.

- (8) The storage apparatus according to claim 1, wherein said validity information of each of said plurality of blocks is written in a storage area having a predetermined length from the beginning of the block;

said error detecting unit detects that said validity information of said single block is written in said error area if said write error occurs in writing said predetermined length of said single block from the beginning of said single block; and

said write area changing unit changes the write area of said additional block to prevent the predetermined length of part of said additional block from the beginning of said additional block from being written in said error area and cause a part of said additional block that follows the part of said predetermined length to be written in said error area.

- (9) The storage apparatus according to claim 1, wherein said error detecting unit detects that said validity information of said single block that is to be recorded contiguously to said additional block is written in said error area; and

said write area changing unit writes a block fragment that is a part of said additional block into an area in which

said additional block is written by said sequential writing unit and writes said additional block contiguously to said block fragment to change the write area of said additional block to cause said additional block, excluding said validity information of said additional block, to be written in said error area.

- (10) The storage apparatus according to claim 9, wherein each of said plurality of blocks further includes a data recency indicator indicating the recency of data to be newly written with respect to data already written; and

said write area changing unit associates and writes a data recency indicator higher than the data recency indicator of said block fragment written by said write area changing unit with said additional block to be written in an area that follows said error area.

- (11) A control method for using a computer to control a storage apparatus sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium for recording data, said control method comprising:

a sequential writing step of sequentially associating and writing each of said plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid on said data recording medium;

an error detecting step of detecting that writing of a single block by said sequential writing unit causes said validity information of said single block to be written in an error area that generates a write error on said data recording medium;

a write area changing step of changing a write area on said data recording medium in which an additional block is written to cause said additional block written before said single block, excluding the validity information of said

additional block, to be written in said error area and said validity information of said additional information to be written in an area other than said error area; and

an error circumventing step of writing said single block in a write area on the data recording medium, said write area following said error area.

- (12) A program for causing a computer to function as a storage apparatus sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium for recording data, said program causing said computer to function as:

a sequential writing unit for sequentially associating and writing each of said plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid, on said data recording medium;

an error detecting unit for detecting that writing of a single block by said sequential writing unit causes said validity information of said single block to be written in an error area causing a write error on said data recording medium;

a write area changing unit for changing a write area on said data recording medium in which an additional block is written to cause an additional block written before said single block, excluding the validity information of said additional block, to be written in said error area and said validity information of said additional information to be written in an area other than said error area; and

an error circumventing unit for writing said single block in a write area on the data recording medium that follow said error area.

- (13) A program recording medium on which the program according

to claim 12 is recorded.

- (14) A data recording medium on which data is sequentially recorded as a plurality of blocks, wherein,

each of said plurality of blocks includes validity information indicating whether or not data contained in the block is valid;

said data recording medium comprises:

a first data separator area in which data rewriting information indicating that data has been rewritten after a write error occurred is recorded;

a first data area that is contiguous to said first data separator area and includes an error area generating a write error on said data recording medium and in which a part of a predetermined first block to be written on said data recording medium is associated and recorded with validity information indicating that a part of said first block is invalid, on the area other said error area;

a second data separator area that is contiguous to said first data area and in which said data rewriting information is recorded; and

a second data area that is contiguous to said second data separator area and in which said first block is associated and recorded with validity information indicating that said first block is valid.

- (15) The data recording medium according to claim 14, wherein said first data area contains data written as a result of changing the write area of said first block to cause said first block, excluding said validity information, to be written in said error area when said validity information of a second block to be written after said first block is

written in said error area;

and said second data area contains said first block rewritten due to a write error generated as a result of changing the write area of said first block.

- (16) The data recording medium according to claim 14, wherein said first data area contains data including a duplication of at least a part of data to be written as said first block.

[Document type] Abstract

[Title of the Invention]

Storage apparatus, control method, program, program recording medium, and data recording medium

[Object]

To properly circumvent an error generated in writing data and continue writing.

[Solution]

A storage apparatus for sequentially writing a plurality of blocks of data generated by dividing data on a data recording medium, the storage apparatus including: a sequential writing unit for sequentially associating and writing each of the plurality of blocks with validity information indicating whether or not data contained in the block is valid, on the data recording medium; an error detecting unit for detecting that writing of a single block causes the validity information of the single block to be written in an error area that generates a write error on the data recording medium; a write area changing unit for changing a write area in which an additional block is written to cause the additional block written before the single block, excluding the validity information of the additional block, to be written in the error area and the validity information of the additional information to be written in an area other than the error area; and an error circumventing unit for writing the single block in a write area on the data recording medium, the write area following the error area.

[Selected Drawing] Figure 1